

I - A259

疲労寿命からみた鋼橋における検査周期の検討

BMC 正会員 公門 和樹

BMC 正会員 山川 雅敏

BMC 正会員 阿部 允

J R東海 正会員 伊藤 裕一

はじめに 鋼橋の変状として数多くの疲労損傷事例が報告されている。現在、鉄道橋においては2年ごとに定期検査を実施しているが、部材に作用する応力や潜在する欠陥などの条件によっては疲労亀裂が主構造を破壊に至らしめることも考えられる。また逆に、過大に合理性を欠いてしまうとも考えられる。ここでは、通常の品質を下回る欠陥が存在した場合でも安全を保てるように、鋼橋の安全面から見て重要と思われる継手部について疲労亀裂進展解析を行い、疲労破壊を予防するための検査周期について検討する。

検討の方法 図-1に検討の流れを示す。まず、実態調査から疲労亀裂発生箇所を抽出し、その中で鋼橋の安全面から見て重要と思われる継手部を選定する。次に、選定した継手部をモデルとした疲労亀裂進展解析を行い、破壊靱性試験から設定した限界亀裂長に対して余寿命を算定する。そして解析の結果と現行の検査周期との整合性を見ることにより、疲労破壊を予防するための検査周期を検討する。ここではトラス縦桁に着目し、縦ビードを有する下フランジ、後付付帯物を溶接したフランジ、腹板切欠き部の3カ所の継手部に、過大な欠陥が存在すると仮定し検討を行った。疲労亀裂進展解析では、これらの継手部を図-2に示すようにモデル化した。モデルⅠ・縦ビードを

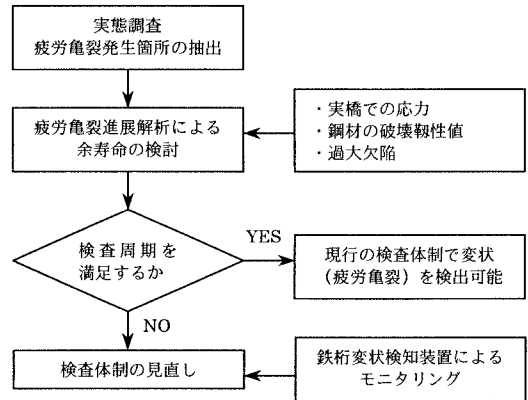


図-1 鋼橋検査体制の検討の流れ

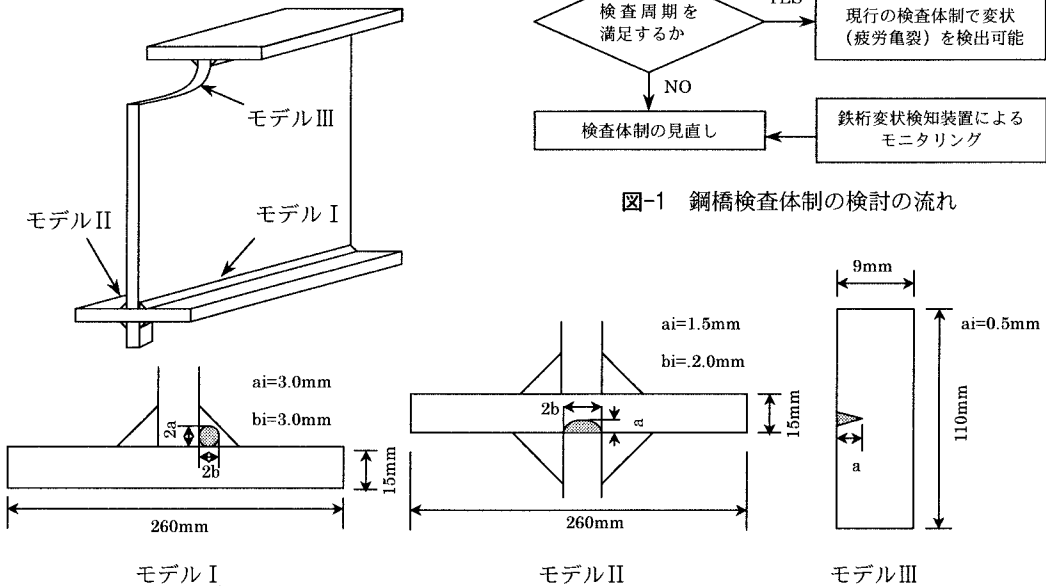


図-2 疲労亀裂進展解析モデル

キーワード：鋼橋、検査、疲労亀裂進展解析、疲労寿命、限界亀裂長

連絡先：BMC 〒261-7125 千葉市美浜区中瀬 2-6WBG マリブウエスト 25 階 Tel 043(297)0207

有する下フランジでは、ビード内の過大なブローホール等の内部欠陥を破壊起点とし、これを初期亀裂として解析した。モデルII・後付付帯物を溶接したフランジでは、溶接止端部表面の過大欠陥を、モデルIII・腹板切欠き部では切欠きコーナーに残ったノッチを破壊起点とし、これを初期亀裂とした。疲労亀裂進展解析の流れを図-3に示す。疲労亀裂進展解析は、応力繰返し数の増分 ΔN に対する亀裂進展量 $\Delta a, \Delta b$ を計算し、それが限界亀裂長 a_c, b_c に達するまで反復することにより繰返し数 N を求めた。 $\Delta a, \Delta b$ は疲労亀裂進展速度 da/dN と応力拡大係数範囲 ΔK の関係より求めた。ここでは、日本鋼構造協会「鋼構造物の疲労設計指針・同解説」の平均設計 $da/dN - \Delta K$ 関係を用いた。限界亀裂長 a_c, b_c は亀裂前縁での K が破壊靱性値 K_{IC} となるとききの亀裂長さとした。

K_{IC} はシャルピー衝撃試験より算定し、 $K_{IC} = 150.2 \text{ MPa}\sqrt{m}$ とした。

検討の結果 解析の結果を図-4～図-6に示す。図の縦軸は応力範囲を、横軸は余寿命を示している。余寿命は、1日150本程度の列車が走行するものとして算定した。ここでは、10年に1度の詳細な検査ができることとしてうえて、現在想定できる過大な欠陥があったとしてもどの程度の応力範囲まで許容できるかを検討した。その結果、余寿命が10年になるときの応力範囲は、モデルIで53MPa、モデルIIで50MPa、モデルIIIで66MPaとなった。つまり、仮に過大欠陥が存在したとしても、応力範囲がこれ以下であれば、詳細検査時に徹底した検査ができれば問題はないと言える。しかしそうでない場合については、詳細検査の質を高めるか、変状検知装置によるモニターなど何らかの対応を行うことで、安全性への信頼を高めることができる。

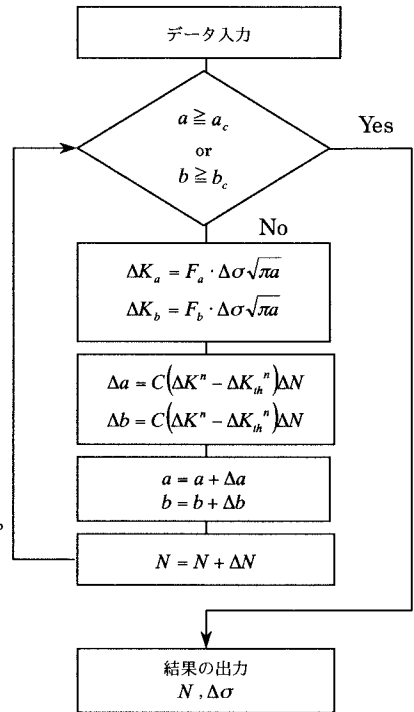


図-3 疲労亀裂進展解析の流れ

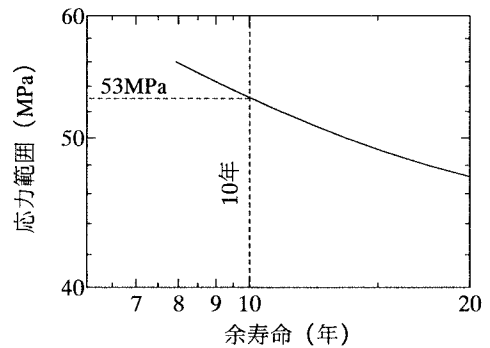


図-4 解析結果（モデルI）

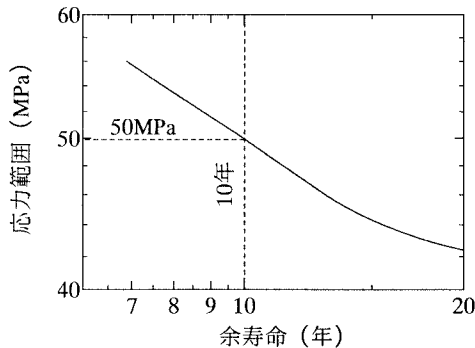


図-5 解析結果（モデルII）

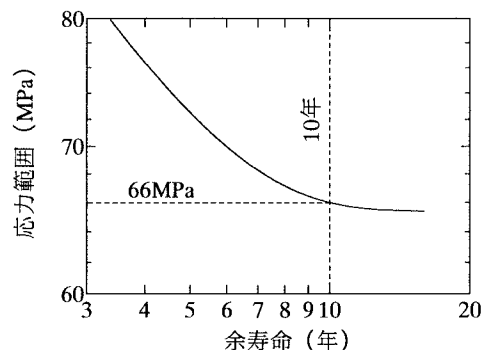


図-6 解析結果（モデルIII）